

Neige, glace et pergélisol en 2017/2018

Rapport sur la cryosphère pour les Alpes suisses

Après les importantes quantités de neige de janvier 2018, les chaleurs record de l'été 2018 ont mis à mal les glaciers. Après une brève pause due aux faibles quantités de neige au début des hivers 2015 et 2016, les températures du pergélisol s'inscrivent de nouveau en hausse.

Texte: Matthias Huss, Christoph Marty, Andreas Bauder, Jeannette Nötzli

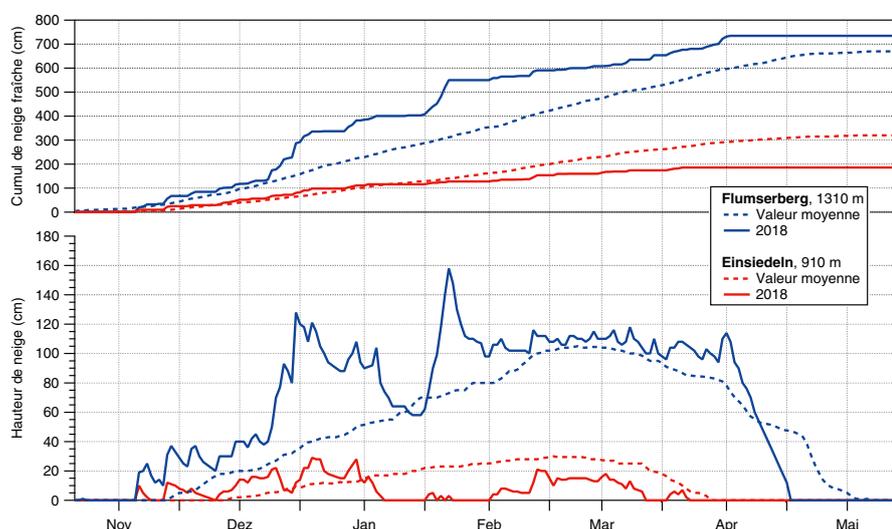
Météo et enneigement

Après deux années de disette, l'hiver 2017/2018 a été un «vrai» hiver, du moins en montagne. Sur l'ensemble de l'hiver (novembre-avril), les Alpes ont connu, au-dessus de 1500 mètres, l'hiver le plus enneigé de ces 30 dernières années. En revanche, au-dessous de 1000 mètres, il y a eu presque deux fois moins de neige que d'habitude.

L'arrivée précoce de l'hiver au début novembre et les chutes de neige supérieures à la moyenne en décembre ont lancé un hiver qui s'annonçait magnifique d'un point de vue touristique. Le 11 décembre, des quantités inhabituelles de neige sont tombées à basse altitude en Valais central. La station de

MétéoSuisse de Sion (480 m) a enregistré un record de 60 centimètres de neige fraîche en 24 heures. Contrairement aux deux derniers débuts d'hiver peu enneigés, il est tombé à la fin de l'année 2017 environ une fois et demie plus de neige que la normale dans l'espace alpin.

Janvier a connu une quantité inhabituelle de précipitations, tout en étant le plus chaud depuis le début des mesures. Sur le Plateau, les températures ont même été supérieures d'un degré à celles de mars. Cette situation a entraîné, d'une part, la fonte de la neige à basse altitude et, d'autre part, d'énormes quantités de neige à moyenne et à haute altitude dans presque tout l'espace alpin suisse (ill. 1). De nombreuses stations grisonnes et valaisannes ont enregistré 2,5 à 3,5 fois plus de



Ill. 1:

Somme cumulée de neige fraîche et évolution des hauteurs de neige pendant l'hiver 2017/2018 à l'est du versant nord des Alpes en comparaison avec la moyenne pluriannuelle: en janvier, il n'est tombé presque que de la pluie à Einsiedeln, à 900 m. Par conséquent, l'épaisse couche de neige a fondu presque entièrement. A Flumserberg, seulement 400 m plus haut, l'augmentation de la hauteur de la neige a été de 1 m à partir de mi-janvier. Une couverture neigeuse supérieure à la moyenne a été mesurée jusqu'à la fonte rapide en avril.

Illustration: SLF

neige fraîche que lors d'un mois de janvier normal. En janvier, les stations de Saas-Fee et de Zermatt, qui effectuent des relevés depuis de nombreuses années, ont mesuré la somme de neige fraîche la plus importante depuis le début des mesures il y a plus de 70 ans. Pendant la deuxième moitié du mois de janvier, de nombreuses stations ont enregistré des hauteurs record de neige fraîche pour la période. Dans le nord des Grisons et en Valais, il s'agissait même de la hauteur de neige la plus importante de l'hiver. Le mois de février a été plus froid et plus sec que d'habitude. Mars aussi était frais, mais il a parfois beaucoup plu, de sorte que le sud et la Suisse centrale ont de nouveau reçu des quantités considérables de neige. A la fin mars, l'épaisseur de neige était donc toujours 1,5 à 2,5 fois plus importante que d'habitude en plusieurs endroits. En revanche, le mois d'avril a été exceptionnellement chaud. Au Jungfraujoch, il s'est même révélé être le plus chaud depuis le début des mesures effectuées par MétéoSuisse (1933). Cette situation a entraîné une rapide diminution d'environ 1

mètre de l'épaisseur de la neige, même entre 2000 et 3000 mètres.

Un début d'été chaud et une fonte importante

Mai et les mois suivants ont aussi été extrêmement chauds: un nouveau record de température a été battu pour les six mois d'avril à septembre. Cette période a aussi été caractérisée par une forte sécheresse. Les énormes quantités de neige tombées pendant l'hiver sont donc retombées à des valeurs normales partout, sauf dans le sud du Valais. La sécheresse a impliqué que les glaciers n'ont reçu que très rarement de la neige fraîche, et en très faible quantité. Les mesures effectuées à 2540 mètres d'altitude à proximité du Weissfluhjoch l'illustrent parfaitement: entre le 17 mai et le 4 septembre, il n'est jamais tombé plus d'un centimètre de neige fraîche, soit moins que jamais depuis le début des mesures il y a 81 ans. Lors de 87% des journées d'été, la température n'est pas descendue en dessous de 0°C, même à cette altitude.

Un gigantesque moulin sur le glacier de la Plaine morte/BE, par lequel le lac des Faverges s'est vidé à la fin juillet 2018. Photo: Matthias Huss





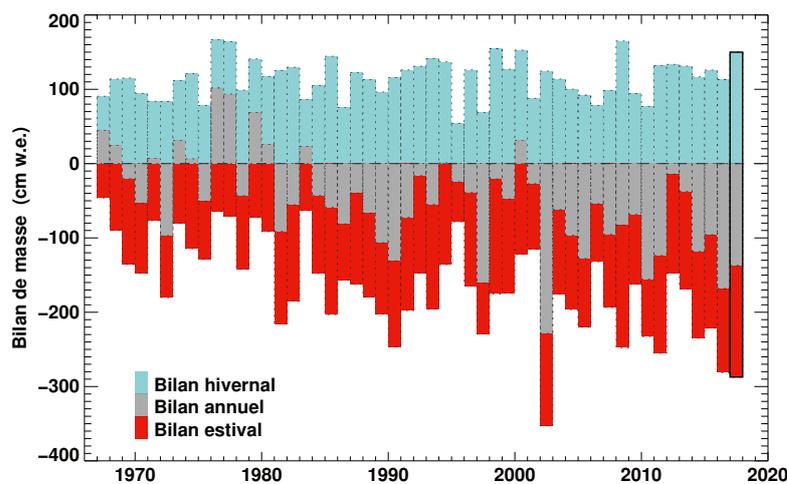
Recul de la langue du Wildstrubelgletscher/VS entre 2013 et 2018. Sur l'image du bas, la nouvelle langue se trouve en arrière-plan. Photo: Amt für Wald/BE, C. von Grünigen, A. Meier

Glaciers

Année des extrêmes pour les glaciers

Les gains et pertes des glaciers dépendent principalement des différences de précipitations hivernales et de températures estivales. En mai, les importantes quantités de neige laissaient encore espérer une bonne année pour les glaciers. Toutefois, la situation a vite changé avec la fonte rapide de la neige et le temps qui est resté chaud et sec jusque tard dans l'automne. Ainsi, la période de mesure 2017/2018 s'est révélée dans l'ensemble très défavorable pour les glaciers des Alpes suisses.

Le bilan de masse de 20 glaciers suisses a été mesuré entre l'automne 2017 et 2018. Le changement de longueur a été calculé au front d'une centaine de glaciers. On détermine le bilan de masse en mesurant la quantité de neige à la fin de l'hiver et la fonte pendant l'été. Le déplacement de la langue des glaciers permet de déduire la variation de leur longueur.



Ill. 2: Evolution du bilan de masse hivernal, estival et annuel au cours des 50 dernières années. Cette figure se base sur la moyenne des glaciers pour lesquels on dispose des plus longues séries de mesures (Allalin, Giétro, Gries, Silvretta; équivalent en eau en cm). Pour la période de mesures 2017/2018, on voit clairement la quantité de neige supérieure à la moyenne en hiver (bleu) et la fonte importante en été (rouge). Illustration: GLAMOS

Malgré la quantité de neige jusqu'à 70% supérieure à la moyenne en avril, la neige n'est pas restée sur les glaciers plus longtemps que les années précédentes. Nombre d'entre eux étaient complètement déneigés en août, et d'énormes quantités de glace ont fondu jusqu'à fin septembre.

Un cinquième du volume de glace perdu en dix ans

Le bilan de masse est fortement négatif pour tous les glaciers examinés. Ce sont ceux des Alpes bernoises occidentales et de la région du Nufenen (glacier de la Plaine Morte, glacier de Tsanfleuron, Griesgletscher) qui ont subi les plus grandes pertes, avec plus de 2 mètres en moyenne. Avec un peu moins d'un mètre, les glaciers du sud du Valais (Findelgletscher, glacier du Giétro) ont payé le tribut le moins lourd. La perte totale du volume de l'ensemble des glaciers suisses est estimée à 1,4 kilomètre cube, ce qui représente une réduction d'environ 2,5% du volume de glace actuel. Sur les dix dernières années, les glaciers suisses ont ainsi perdu près d'un cinquième de leur volume. Réparti sur tout le territoire suisse, cela correspondrait à une couche de 25 centimètres d'eau. Comparé aux années présentant de grosses pertes, l'été 2018 s'inscrit dans la lignée de 2017 et de 2015. Il reste toutefois loin derrière l'été extrême de 2003 (ill. 2), principalement en raison de la quantité importante de neige tombée pendant l'hiver.

Les langues glaciaires continuent de reculer

Contrairement au bilan de masse, le changement de longueur reflète moins la situation d'une année que l'évolution des conditions climatiques sur une plus longue période. Celles-ci se répercutent sur la langue du glacier avec un décalage plus ou moins important en fonction de la taille du glacier. En 2018, tous les glaciers ont continué de reculer, sauf cinq (dont la position de la langue n'a pas changé). Un recul extrême de 650 mètres a été mesuré au Wildstrubelgletscher/VS. Sa langue plate s'était déjà fortement amincie ces dernières années et elle s'est finalement décomposée en plusieurs parties l'année passée. Cinq autres glaciers (Bruneggletscher/VS, Vadret dal Cambrena/GR, Turtmannletscher/VS, Gletscher da Lavaz/GR, Scalettagletscher/GR) ont accusé un recul im-

portant, de 100 à 140 mètres. Pour ces glaciers aussi, cette évolution s'était profilée ces dernières années en raison du manque d'apport de glace en provenance de la zone d'alimentation qui n'existait souvent plus.

Les très petits glaciers sont les plus nombreux dans les Alpes suisses. Nombre d'entre eux se désagrègent à vue d'œil et la glace restante est de plus en plus recouverte de gravats provenant des flancs rocheux instables. Ces phénomènes ont aussi une influence directe sur les itinéraires alpins et les courses d'alpinisme.

Pergélisol

Épaisseur de la couche active: nouveaux records

La brève pause dans la tendance au réchauffement du pergélisol alpin dans les éboulis et les glaciers rocheux est termi-

née, et le sol gelé en permanence des Alpes suisses s'est de nouveau réchauffé en commençant par la surface en 2017/2018. Le refroidissement des une ou deux dernières années est la conséquence d'un ou deux hivers faiblement enneigés, selon les endroits. Les températures basses de l'air combinées à l'absence de neige à la fin de l'automne et au début de l'hiver ont permis de refroidir le sol en profondeur. Toutefois, la tendance au réchauffement a repris avec l'été 2018 extrêmement chaud.

La fonte rapide de l'importante couche de neige au printemps 2018 a fait que les pierriers et les glaciers rocheux dans les zones de pergélisol ont été rapidement exposés aux températures élevées de l'air et au rayonnement solaire. Entre octobre 2017 et juin 2018, les températures à la surface du sol étaient proches des valeurs habituelles, mais elles ont été nettement supérieures à la norme de juillet à septembre en raison de la canicule et du rayonnement important (ill. 3). Des valeurs re-

Événements particuliers

Situation avalancheuse en janvier 2018

Le mois de janvier 2018 a été extrêmement chaud et arrosé. Tandis que la pluie a parfois provoqué des glissements de terrain et des inondations à basse altitude, les précipitations continues ont apporté d'énormes quantités de neige en altitude. Le 22 janvier, le danger d'avalanches a été annoncé comme étant «très fort» (degré le plus haut) pour la première fois depuis 1999.

En tout, pendant les 25 jours de précipitations entre le 30 décembre et le 23 janvier, on a mesuré jusqu'à 6 mètres de neige fraîche en dessus de 2000 mètres dans certaines parties du Valais et dans le massif du Gothard. Par conséquent, de nombreuses avalanches de très grande taille se sont déclenchées et se sont approchées de routes et de villages en de nombreux endroits, manquant parfois tout juste de détruire des habitations. Comme il a plu à basse altitude et que la couverture neigeuse était mouillée, la longueur des grandes avalanches n'était le plus souvent pas exceptionnelle. Ce fait, ainsi que les nombreux ouvrages de protection et les mesures préventives prises par les responsables locaux de la sécurité (p. ex. fermeture des voies de circulation) ont permis de limiter les dégâts. Au total, on a enregistré en janvier 141 avalanches ayant causé des dégâts à des bâtiments, des voies de circulation, des véhicules,

Le 26 janvier 2018, une très grande avalanche s'est arrêtée non loin des maisons du Peuty, à Trient/VS.
Photo: Jean-Luc Lugon



des lignes électriques ou des infrastructures de transport, en forêt ou en campagne. Elles n'ont fait aucune victime. Un rapport détaillé sur la situation neigeuse, les avalanches, les dégâts et les constats est disponible sur le site du SLF: www.slf.ch/ereignisanalyse_lawinen_2018

Vidange du lac glaciaire des Faverges

Depuis 2011, on observe chaque année la vidange du lac glaciaire des Faverges, à la Plaine Morte, à la frontière entre les cantons de Berne et du Valais. Le lac se forme au bord du glacier et est retenu par la glace. Les canaux dans et sous le glacier sont obstrués pendant l'hiver par la pression de la glace, et l'eau de fonte s'accumule. L'été, les canaux sont soudainement libérés et le lac glaciaire se vide complètement en quelques jours, l'eau se

précipitant dans le Simmental. Tandis que le phénomène n'avait causé que de petites inondations avant 2018, l'année passée, la vidange du lac a causé des dégâts qui se chiffrent en millions dans la commune de la Lenk. Ces dernières années, le volume du lac des Faverges a nettement augmenté étant donné que le bassin s'agrandit à cause du recul du glacier. Entre 2012 et 2015, l'écoulement maximal provenant directement du lac s'élevait à 10-20 m³/s. En 2016 et 2017, des valeurs nettement plus élevées ont été observées. Le soir du 27 juillet 2018, le lac glaciaire s'est vidé en plusieurs heures avec un débit d'environ 80 m³/s. Ce débit de pointe a été légèrement atténué par la traversée du glacier, mais la crue à la station de mesure d'Oberried (Simme) a tout de même été classée comme centennale à tridentennale.



2 juillet 2018

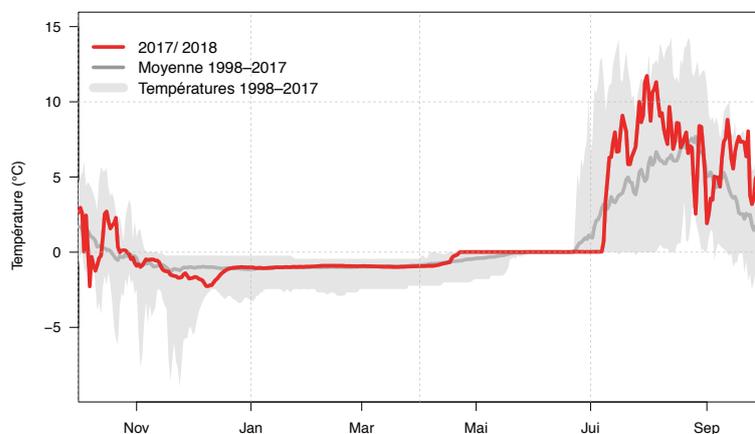


3 juillet 2018

Le front du glacier rocheux du Ritigraben (Mattertal/VS) les 2 et 3 juillet 2018: après un épisode de pluie et de grêle, quelque 7000 m³ de terrain meuble se sont détachés du glacier rocheux, formant une lave torrentielle qui est descendue jusque dans la vallée. A droite, on aperçoit la glace du permafrost dans la zone de rupture. Photo: SLF (appareil de photo automatique)

cord de l'épaisseur de la couche active (c'est-à-dire la couche supérieure du pergélisol qui dégèle chaque été) ont été enregistrées dans cinq forages du réseau d'observation du pergélisol, par exemple 4,5 mètres pour la série de mesures effectuées depuis plus de 30 ans au glacier rocheux de Murtel-Corvatsch/GR (ill. 4). Au Stockhorn, près de Zermatt, la couche active a atteint une profondeur de 4,8 mètres, soit un demi-mètre de plus que la valeur record de l'été caniculaire de 2003. Aux autres endroits, l'épaisseur de la couche active s'est approchée des valeurs record.

Les conditions très chaudes de la couche supérieure ont été confirmées par des mesures de résistivité électrique dans le sol le long d'un profil fixe à proximité immédiate de plusieurs forages: si la résistivité électrique diminue d'année en année, cela indique que la proportion d'eau liquide dans le pergélisol augmente et donc que la fonte de la glace se poursuit.



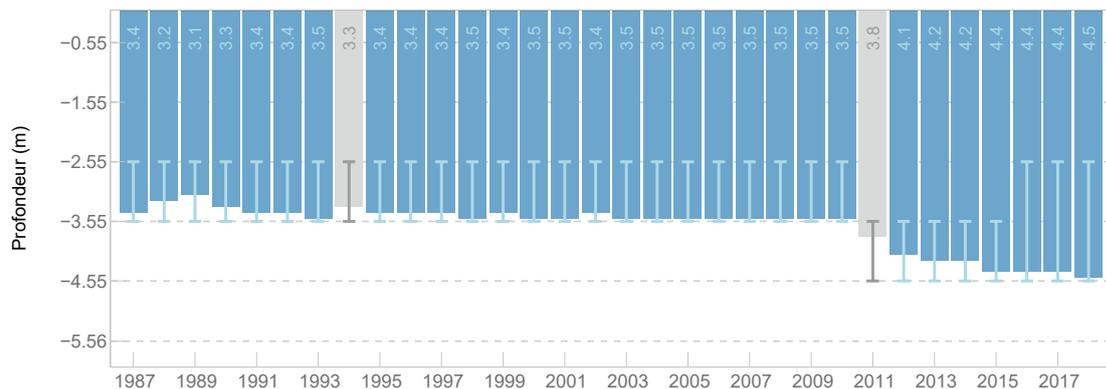
Ill. 3: Evolution des températures de surface en 2017/2018 (rouge) mesurée sur le glacier rocheux d'Aget/VS en comparaison avec la moyenne (gris foncé) et la fourchette de valeurs (zone grisée) de l'ensemble de la série de mesures sur 20 ans. Illustration: PERMOS

Le revirement de tendance est encore à venir

Le refroidissement des années précédentes est encore perceptible à une profondeur de 10 mètres pour les sites qui présentent généralement une épaisse couche de neige en hiver, et les températures ne sont pas encore revenues à leur niveau d'avant la pause du réchauffement. Cette situation concerne en particulier les glaciers rocheux des Alpes orientales, où le refroidissement a été particulièrement marqué. Cela est dû au décalage important avec lequel les changements qui surviennent à la surface se répercutent en profondeur. Par exemple, la canicule estivale a besoin d'environ une demi-année pour pénétrer de 10 mètres dans le sol. Ainsi, les conséquences de l'été caniculaire de 2018 ne seront perceptibles en profondeur qu'à partir de l'hiver 2019. Le réchauffement des endroits qui ne sont généralement pas recouverts d'une épaisse couverture neigeuse, comme les parois rocheuses raides, n'a pas connu de pause en raison des températures de l'air continuellement supérieures à la moyenne, et la température du pergélisol y est probablement plus élevée que jamais.

Les glaciers rocheux reprennent de la vitesse

Les glaciers rocheux sont des masses de débris rocheux et de glace qui fluent vers l'aval. Leur déplacement dépend principalement de l'évolution des températures du pergélisol et il s'accélère lorsque celles-ci augmentent. Chaque année, des mesures sont effectuées sur 15 glaciers rocheux afin de déterminer à quelle vitesse ils avancent. Les résultats obtenus confirment le tableau dépeint ci-contre: après un ralentissement en 2017, une stabilisation ou une légère accélération a été constatée en 2018.



Ill. 4: Epaisseur maximale de la couche de dégel active sur le glacier rocheux de Murtelet-Corvatsch/GR de 1987 à 2018. Les barres d'erreur indiquent les deux profondeurs de mesure des températures du sol qui sont utilisées pour calculer la profondeur de la couche active. Les années pour lesquelles les données sont de moins bonne qualité sont représentées en gris.

Illustration: PERMOS

Réseaux de mesure de la cryosphère en Suisse

L'observation de la cryosphère englobe la neige, les glaciers et le pergélisol (www.cryosphere.ch). La Commission d'experts réseau de mesures cryosphère (CEC) coordonne les observations et les réseaux de mesures. Les mesures sont réalisées par différents offices fédéraux, services cantonaux des forêts, institutions de recherche de l'EPFZ et des universités. Elles englobent quelque 150 stations de mesure de la neige (www.slf.ch, www.meteosuisse.ch). Des mesures sont effectuées sur environ 120 glaciers dans le cadre du Réseau suisse des relevés glaciologiques (GLAMOS, www.glamos.ch). Le Réseau suisse d'observation du pergélisol (PERMOS) comprend une trentaine de sites équipés de dispositifs de mesure de température, de géoélectricité et/ou de mouvements (www.permos.ch).

Le lac au front du Rhonegletscher/VS s'est de nouveau beaucoup agrandi. On essaie de préserver la grotte creusée dans le glacier en le recouvrant de bâches blanches. Photo: Matthias Huss

